Untersuchungen über Augendruck, Skleralrigidität und Abflussvermögen myoper Augen

Sheila B. Nathani

1962

AUS DER AUGENKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Prof. Dr. W. Reichenbächer

Untersuchungen über Augendruck, Skleralrigidität und Abflußvermögen myoper Augen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Sheila B. Nathani
aus Indien

München 1962

J. Seubert, München 5, Lindwurmstr. 2 · Tel. 22 07 77

AUS DER AUGENKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Prof. Dr. W. Rohrschneider

Untersuchungen über Augendruck, Skleralrigidität und Abflussvermögen myoper Augen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Sheila B. Nathani
aus Indien

München 1962

A. Schubert, München 5, Cornelliusstr. 21 · Tel. 22 17 77

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. H.J. Merté
Mitberichterstatter:	Professor Dr. W. Rohrschneider
Dekan:	Professor Dr. Seitz

Tag der mündlichen Prüfung: 5. Juni 1962

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

I EINLEITUNG

II EIGENE UNTERSUCHUNGEN

a) METHODIK

b) ERGEBNISSE

c) DISKUSSION

III ZUSAMMENFASSUNG

I EINLEITUNG

Unter intraocularem Druck (i.o. Druck) verstehen wir den hydrostatischen Druck, den das Kammerwasser von innen her auf die Augenhäute ausübt. Jede intraoculare Druckänderung kommt durch eine Zu- bzw. Abflußstörung des Kammerwassers zustande.

Das Wesen des Glaukoms besteht in einer vorübergehenden oder dauernden Steigerung des intraocularen Druckes. Eine Drucksteigerung kann zustande kommen, 1. wenn bei normalem Abfluß zu viel Kammerwasser produziert wird, 2. wenn bei normaler Produktion eine Abflußbehinderung besteht. Beim Glaukom handelt es sich meistens um eine Erkrankung des höheren Lebensalters, obwohl auch bei jugendlichen Personen - ja sogar im Kindesalter - schon Glaukom diagnostiziert werden kann.

Einen wesentlichen Fortschritt in der Frühdiagnose des Glaukoms brachte die Einführung und Anwendung des Tonometers zur Augendruckmessung. Es sind eine ganze Reihe von Tonometern angegeben worden. Die bekanntesten und gebräuchlichsten Tonometer sind das Schiøtz-Tonometer mit seinen Abwandlungen, zu denen das Elektrotonometer von Müller & Co. (Chicago) und das Elektrotonometer von Schwarzer (München) gehören, und das Applanationstonometer nach Goldmann.

Goldmann et al. fanden, daß bei gesunden Augen die obere Grenze des i.o. Druckes 21 mm Hg beträgt (mit Appl.

Tonometer am Sitzenden gemessen). Weekers et al. fanden eine obere Grenze von 21,5 mm Hg, und Nordmann gab sogar eine obere Grenze von 24,5 mm Hg an (mit Schiøtz-Tonometer am Liegenden gemessen). Beim liegenden Patienten wurden im allgemeinen etwas höhere Druckwerte als beim sitzenden gefunden. Man führte das auf eine Erhöhung des episkleralen Venendruckes zurück. Maurice gab ein Tonometer an, dessen Prinzip sich vom Schiøtz-Tonometer und dem Applanationstonometer unterscheidet. Er fand damit bei 20 gesunden Augen einen Mittelwert von 19 mm Hg. Man nimmt aufgrund der Untersuchung an, daß die untere Grenze des i.o. Druckes bei Gesunden zwischen 7 - 10 mm Hg liegt und der Mittelwert zwischen 15 - 18 mm Hg. R. Weekers, Nordmann, Becker, Leydhecker und Goldmann geben an, daß Druckwerte von 23 - 25 mm Hg glaukom-verdächtig sind und wiederholt gemessene Druckwerte von 23 - 25 mm Hg sicher pathologisch sind.

Eine unmittelbare Messung des i.o. Druckes wäre nur manometrisch möglich, was sich aber beim Menschen nicht ausführen läßt. Man versucht deshalb, bei der Tonometrie aus der Spannung der Augenhülle auf den i.o. Druck zu schließen. Diese Spannung hängt aber nicht nur von der Höhe des i.o. Druckes ab, sondern auch von der Skleralrigidität.

Als Rigidität bezeichnet man den Widerstand, den ein Gewebe einer Dehnung entgegensetzt. Bei der Tonometrie wird

die Hornhaut abgeflacht bzw. eingebuckelt und dadurch i.o. Flüssigkeit verdrängt. Diese Veränderung bewirkt infolge der Inkompressibilität von Flüssigkeit eine Dehnung der Sklera. Den Widerstand, den die Sklera der Dehnung entgegensetzt, bezeichnet man als Skleralrigidität. Die ersten Untersuchungen über Skleralrigidität stammen von Weber (1887). Danach beschäftigten sich Schulten, Koster, Schiøtz, Ridley, Clark und Friedenwald mit demselben Problem weiter. Friedenwald versuchte bei der Betrachtung von Rigidität und Elastizität des Auges einen Unterschied in der Verhaltensweise herauszuarbeiten. Er bezeichnet Rigidität als eine individuelle Konstante, die vom i.o. Druck unabhängig ist, die Elastizität aber als eine druckabhängige Eigenschaft. Er fand bei seinen Versuchen, daß eine bestimmte Volumenänderung stets eine konstante Druckänderung bewirkt, welche proportional zum Ausgangsdruck ist. Diese individuelle Konstante nahm er als Maß der Rigidität.

Friedenwald fand als Mittelwert der Rigidität gesunder Augen K = 0,0215. Nach Kiritoschi und Kageyama steigt die Rigidität bei gesunden Augen mit zunehmendem Alter. Der Mittelwert nach Kageyama beträgt K = 0,0216 und P_o = 15,85 mm Hg. Nach Schmidt beträgt K = 0,0225 $\pm$ 0,0089. Lavergne et al. fanden bei 239 gesunden Augen einen Mittelwert von K = 0,0246.

Die Rigiditätsbestimmung ist praktisch sehr wichtig, da man bei erhöhter Rigidität fälschlich Glaukom annehmen kann, bei erniedrigter Rigidität Glaukom übersehen kann. Nach Thomassen (1948), Goldmann et al. (1956) ist die Rigidität bei Myopie oft niedriger als normal. Goldmanns Untersuchungen an Myopen basierten auf dieser Annahme. Er zeigte, daß bei Myopie eine beträchtliche Druckzunahme bestand, die man durch Impressionstonometer nicht feststellen konnte. Die Kenntnis der Rigiditätskoeffizienten ist nach seiner Ansicht besonders wichtig, da Werte innerhalb der normalen Grenzen des i.o. Druckes bei Myopen bereits pathologisch sein können. Auf die Wichtigkeit der Rigidität wies außer den schon genannten Autoren auch Posner 1950 hin; Perkins et al. zeigten im Tierversuch, daß die Rigidität vom i.o. Druck abhängen kann; Kleinert und Mcdonald fanden am Menschen bei erhöhtem i.o. Druck eine Abnahme der Rigidität, im Gegensatz zu den Tierversuchen von Perkins.

Obwohl bereits lange bekannt war, daß beim myopen Auge Verschiebungen des Grenzwertes des i.o. Druckes vorkommen, wurden bisher keine statistisch gesicherten Werte über die durchschnittliche Rigidität und den durchschnittlichen i.o. Druck bei Myopie angegeben.

Ebenso liegen keine statistischen Angaben darüber vor, ob die beobachteten Abweichungen des normalen i.o. Druckes beim myopen Auge in Zusammenhang stehen mit den Abweichungen

im Abflußvermögen des Kammerwassers. Mit Hilfe der von Grant 1950 eingeführten Methode der Tonographie ist es möglich, genaue Aufschlüsse über die Abflußverhältnisse des Kammerwassers zu erhalten.

Das Prinzip der Tonographie ist folgendes: Man setzt das Impressionstonometer auf den Augapfel. Durch den Druck, den das Tonometer auf die Hornhaut ausübt, kommt es zu einer Erhöhung des i.o. Druckes, was wiederum den Anreiz zu erhöhtem Kammerwasserabfluß bildet. Läßt man das Tonometer 4 - 5 Min. auf der Hornhaut ruhen, so kommt es zu einem Druckabfall, der proportional zum Kammerwasserabfluß ist. Diesen Druckabfall kann man tonometrisch messen und hat so (nach Friedenwald) ein Maß für die Größe des Volumenverlustes. Die Menge des KW-Abflusses ist abhängig vom Verhalten der Kammerwasserabflußwege. Jede Widerstandserhöhung in den Abflußwegen führt zu einer KW-Abflußverminderung (Merte). Nach Grant wird das Abflußvermögen (C) des untersuchten Auges bestimmt. Es stellt den reziproken Wert des herrschenden Abflußwiderstandes dar und ist definiert durch die Flüssigkeitsmenge in mm^3, die bei der Tonographie durch 1 mm Hg Druckerhöhung während einer Minute zusätzlich zu dem schon vorher vorhandenen KW-Strom aus dem betreffenden Auge ausgepreßt wird. Das Volumen (F) des KW, das ohne künstliche Druckerhöhung innerhalb einer Minute durch das Auge fließt, erhält man, indem man den C-Wert mit dem Abflußdruckwert (i.o. Druck minus Episkleralvenendruck) multipliziert.

Die von Grant gefundenen Mittelwerte für C beim gesunden Auge liegen bei 0,22 - 0,24 mm^3/Min./mm Hg. Diese Werte wurden auch von späteren Untersuchern mit geringen Abweichungen gefunden. De Roetth und Knighton fanden einen Mittelwert von C=0,244 (0,10-0,52). Kronfeld fand einen C-Wert von 0,24 (0,14-0,44). Spencer, Hellmick und Scheie untersuchten 140 normale Augen und fanden bei 94% einen C-Wert von 0,16 mm^3/Min./mm Hg oder höher und einen Mittelwert von C=0,224. Sie vermuteten daraufhin, daß jeder Wert von C unter 0,16 mm^3/Min./ mm Hg pathologisch sei.

Bei wiederholter Tonographie desselben Auges zu verschiedenen Tageszeiten fanden Moses et al. Schwankungen um ± 30%, Kronfeld (1952) um ± 25%, Spencer et al. um ± 19% = ± 0,045 mm^3/Min./mm Hg im Mittelwert. Als durchschnittlichen methodischen Fehler der Messung des Abflußvermögens kann man hiernach ± 0,04 mm^3/Min./mm Hg ansehen.

Merté fand bei seinen Untersuchungen einen Durchschnittswert von C=0,20 mm^3/Min./mm Hg für das normale Auge. Hiernach wäre ein Wert von C weniger als 0,11 mm^3/Min./mm Hg als sicher pathologisch, ein Wert von C zwischen 0,11 und 0,14 mm^3/Min./mm Hg als wahrscheinlich pathologisch anzusehen, wohingegen ein Wert von C über 0,14 mm^3/Min./mm Hg gewöhnlich nicht mehr pathologisch ist.

Die Tonographie ergibt im allgemeinen um so kleinere Werte für C, je höher der i.o. Druck ist. Wenn bei myopen Augen Glaukom auftritt, kann der Augendruck sehr niedrig gefunden werden. Der Bestimmung von C kommt also in Verdachtsfällen erhöhte diagnostische Bedeutung zu. Es sollte deshalb untersucht werden, ob auch die Tonographie bei myopen Augen andere Durchschnittswerte liefert als die oben angegebenen.

Es soll in der vorliegenden Arbeit u.a. versucht werden, einen Mittelwert für C beim myopen Auge zu ermitteln. Das Hauptziel dieser Arbeit besteht darin, den normalen bzw. durchschnittlichen i.o. Druck, die durchschnittliche Rigidität, das Kammerwasserabflußvermögen, sowie das Verhalten der Rigidität während der Tonographie bei myopen Augen festzustellen.

II EIGENE UNTERSUCHUNGEN

a) METHODIK

1. Untersuchungs-Material

Die Untersuchungen wurden an klinisch gesunden myopen Augen durchgeführt. Die Refraktion betrug zwischen -0,5 und -25,0 dptr. Bevor die eigentliche Untersuchung begann, wurde die Hornhaut des Patienten durch Eintropfen von 1% Cornecain-Lösung ins Auge anästhesiert. Während der Vorbereitungen und der Untersuchung selbst wurde darauf geachtet, daß in dem Untersuchungsraum größte Ruhe herrschte.

2. Intraoculare Druckmessung mit Applanationstonometer

Zur Messung des i.o. Druckes wurde das Applanationstonometer nach Goldmann benutzt. Dabei wird die Hornhaut des sitzenden Patienten zentral durch einen Verdopplungsprismenkörper abgeplattet. Gemessen wird die zur Applanation einer Fläche von 3,06 mm Durchmesser benötigte Kraft, die von einem Federwaagenmechanismus ausgeübt wird. Die Begrenzung der Applanationsfläche wird durch Fluoreszein bei Betrachtung in Blaulicht deutlich gemacht. Der notwendige Auflagedruck kann leicht eingestellt und an einer Meßtrommel unmittelbar abgelesen werden. Die Genauigkeit beträgt dabei 0,05 g, entsprechend 0,5 mm.Hg i.o. Druck.

Die Anwendung dieses Verfahrens erschien besonders deshalb geeignet, weil hierbei die hervorgerufenen i.o.-Volumenveränderungen und Drucksteigerungen, die bei sämtlichen Tonometrieverfahren unvermeidlich sind, außerordentlich gering sind. Die Messung kann bei der Applanationstonometrie öfter wiederholt werden, ohne daß eine Druckerniedrigung infolge Massageeffektes eintritt.
Die bei den Untersuchungen gemessenen Werte des i.o. Druckes sind aus den Tabellen I - VII ersichtlich.

3. Differentialtonometrie für Rigiditätsbestimmung mit Impressionstonometer

Bei der Rigiditätsbestimmung wurde eine modifizierte Form der Differentialtonometrie nach Friedenwald durchgeführt. Es wurde dafür das Impressionstonometer der Fa. Schwarzer verwandt, das nach elektromechanischem Prinzip aufgebaut ist und dessen elektrische Anzeigeskala als Tonometerskala geeicht ist, so daß die Druckwerte unmittelbar abgelesen werden können.
Bei dieser Methode wird der Patient auf einen Untersuchungstisch bequem gelagert und aufgefordert, ein an der Decke befestigtes, möglichst für alle Visusgrade geeignetes Objekt zu fixieren. In das zu untersuchende Auge wird ein Lidöffner eingelegt, der nicht auf den Bulbus drücken darf. Das Tonometer selbst ist zur zuverlässigen Fixierung am Kopf des

Patienten durch das von Merté angegebene Haltgerät befestigt. Danach wird der Haltearm so eingestellt, daß das Tonometer ohne Verkantung senkrecht auf die Hornhaut aufgesetzt werden kann. Dann wird der Haltearm gesenkt, bis das Tonometer in der gewünschten Weise auf der Hornhaut liegt. Es wird mit verschiedenen Stiftgewichten tonometriert (bei den vorliegenden Untersuchungen mit 5,5g, 7,5g, 10,0g). Auf Grund der abgelesenen Skalenwerte können im Friedenwald-Nomogramm die Rigiditätswerte gefunden werden (siehe Tab. I - VII).

4. Tonographie zur Bestimmung des Abflußvermögens

Im Anschluß an die Differentialtonometrie,und zwar nach einer Pause von 15 Minuten, wurde am gleichen Auge ebenfalls mit Hilfe des Elektrotonometers von Schwarzer die Tonographie durchgeführt. Das Tonometer wurde 5 Minuten lang mit einem Gewicht von 7,5g auf der Hornhaut aufgesetzt; während dieser Zeit wurden die Meßwerte in dem Abstand von 1/2 Minute abgelesen.

Das Abflußvermögen wurde mit Hilfe der von Grant aufgestellten Gleichung bestimmt:

$$C = \frac{\Delta V}{t\ (P_t \text{ Mittelwert } - P_o - \Delta P_v)}$$

C ist der gesuchte Wert des Abflußvermögens.

ΔV ist der Gesamtverlust des Auges an Flüssigkeitsvolumen während der Tonographie infolge Bulbuskompression. Es ist definiert durch die Differenz zwischen dem bei Beginn der Untersuchung vorhandenen Intraokularvolumen und dem am Ende derselben verbliebenen. Die Verringerung des intraokularen Volumens kommt zustande durch Zusammenziehung der Sklera und durch Vertiefung der Hornhauteinbuchtung.

Es ist demnach

$$\Delta V = \Delta V_s = \Delta V_c,$$

wobei ΔV_s (Volumenverlust durch Schrumpfung der Sklera) abhängt von der Skleralrigidität und von der eingetretenen Drucksenkung. Es wird gefunden aus

$$\frac{1}{K} \quad \log \frac{P_{t1}}{P_{t2}}$$

K ist der Koeffizient der Skleralrigidität. Für ihn wurden die einzeln ermittelten Werte in die Berechnung eingesetzt. P_{t1} ist der Druck zu Beginn und P_{t2} der am Schluß der Tonographie.

V_c ist die Differenz zwischen dem Volumen der Hornhauteindellung am Ende der Tonographie und dem zu ihrem Beginn, ausgedrückt durch $V_{c2} - V_{c1}$. Die Werte dafür wurden in cmm ermittelt anhand des Nomogramms zur Bestimmung der Skleralrigidität nach Friedenwald.

t ist die Zeitdauer der Untersuchung: 5 Minuten.

(P_t Mittelwert - P_o - ΔP_v) wird gefunden mit Hilfe der Formel

$$\frac{P_{t1} - P_{t2}}{\ln \frac{P_{t1} - P_o - \Delta P_v}{P_{t2} - P_o - \Delta P_v}} .$$

P_{t1} ist, wie oben gesagt, der Druck bei offenem Manometer zu Beginn der Tonographie und P_{t2} der am Schluß. P_o ist der Druck bei geschlossenem Manometer. ΔP_v stellt den Anstieg des Venendruckes dar, der dadurch entstanden ist, daß das Auge mit dem Tonometer belastet ist, also die Differenz von P_{vt} (Venendruck während der Tonographie) und P_{vo} (Venendruck unmittelbar vor Aufsetzen des Tonometers). Der von LINNÉR ermittelte Durchschnittswert für ΔP_v = 1,2 mm/Hg wurde in die Berechnung eingesetzt.

5. Differentialtonometrie-Rigiditätsveränderung durch Tonographie

Unmittelbar nach der Tonographie wurde wieder eine Differentialtonometrie, wie bereits oben beschrieben (Zi. 3) durchgeführt und die Rigiditätswerte in gleicher Weise ermittelt. Die Rigiditätsdifferenz vor und nach der Tonographie ist aus den Tabellen XVI - XX ersichtlich.

b) ERGEBNISSE

Die oben geschilderten Untersuchungen sind an 72 Augen durchgeführt worden. Die Ergebnisse wurden in 20 Tabellen niedergelegt.

In den Tabellen I - VII sind die Werte des i.o. Druckes (P_o), die Werte der Skleralrigidität vor der Tonographie (Rig.I) und die Werte des Abflußvermögens (C) aufgeführt. Sie sind nach dem Myopiegrad eingeteilt.

In Tabelle VIII sind die Durchschnittswerte der Tabellen I - VII zusammengestellt.

Die Tabellen IX - XII zeigen die gleichen Werte wie die Tabellen I - VII, nur sind sie hier nach dem Alter der untersuchten Personen eingeteilt.

In Tabelle XIII (a - k) sind die Werte von Rig.I und C dem i.o. Druck zugeordnet.

Die Tabellen XIV - XX bringen wiederum eine Einteilung nach dem Myopiegrad. Hier erscheinen die Werte der Skleralrigidität vor und nach der Tonographie (Rig. I und Rig. II), ihre Differenz und die Werte des i.o. Druckes.

TABELLE I

(17 Augen)

Die Werte bei einem Myopiegrad von - 0,5 bis - 2,0 dptr.

Myopie		P_o	Rig. I	C
0,5		13,58	0,027	0,191
0,5		8,24	0,019	0,330
0,75		17,39	0,012	0,184
0,75		13,58	0,025	0,122
1,00		10,24	0,031	0,099
1,00		16,17	0,024	0,253
1,5		6,18	0,027	0,141
1,5		11,10	0,031	0,126
1,5		11,40	0,014	0,187
1,75	0,5 cyl.	17,90	0,032	0,232
1,75		14,56	0,019	0,217
2,0		13,58	0,028	0,080
2,0	1,0 cyl.	15,61	0,032	0,148
2,0		8,77	0,018	0,186
2,0		21,19	0,034	0,145
2,0		21,89	0,038	0,154
2,0	1,0 cyl.	24,18	0,025	0,125
Durchschnittswerte:		14,76	0,025	0,171

TABELLE II

(20 Augen)

Die Werte bei einem Myopiegrad von - 2,5 bis - 4,0 dptr.

Myopie		P_o	Rig. I	C
2,5	0,75 cyl.	11,77	0,030	0,093
2,75	1,0 cyl.	18,52	0,033	0,129
2,75	1,0 cyl.	17,31	0,031	0,160
2,75	1,0 cyl.	22,63	0,045	0,138
3,0	1,0 cyl.	21,19	0,034	0,123
3,0		22,63	0,025	0,126
3,0		13,58	0,012	0,247
3,0		10,17	0,018	0,193
3,0	1,5 cyl.	25,01	0,017	0,172
3,5	1,0 cyl.	15,61	0,014	0,161
3,5		15,61	0,020	0,091
3,5		13,59	0,026	0,196
3,5		12,19	0,032	0,236
3,75		12,66	0,012	0,329
3,75	1,25 cyl.	13,10	0,020	0,195
4,0		18,50	0,027	0,188
4,0		17,92	0,031	0,101
4,0		17,01	0,032	0,098
4,0		12,23	0,021	0,120
4,0	1,0 cyl.	15,60	0,035	0,120
Durchschnittswerte:		15,56	0,025	0,160

TABELLE III

(8 Augen)

Die Werte bei einem Myopiegrad von - 4,5 bis - 6,0 dptr.

	Myopie	P_o	Rig. I	C
4,5	0,75 cyl.	14,57	0,032	0,177
4,75	1,0 cyl.	14,30	0,033	0,104
5,0		14,07	0,014	0,207
5,0		13,10	0,015	0,122
5,0	0,5 cyl.	13,10	0,018	0,210
5,5	1,0 cyl.	12,66	0,012	0,127
6,0		11,01	0,021	0,180
6,0		15,62	0,025	0,269
Durchschnittswerte:		13,55	0,021	0,174

TABELLE IV

(6 Augen)

Die Werte bei einem Myopiegrad von - 6,5 bis - 8,0 dptr.

	Myopie	P_o	Rig. I	C
6,5		8,86	0,012	0,299
6,5		7,10	0,016	0,116
7,0		14,56	0,013	0,155
7,0		16,17	0,026	0,062
8,0	1,0 cyl.	8,54	0,026	0,041
8,0		14,57	0,012	0,359
Durchschnittswerte:		11,63	0,017	0,172

TABELLE V

(7 Augen)

Die Werte bei einem Myopiegrad von - 8,75 bis - 10,0 dptr.

Myopie		P_o	Rig. I	C
8,75	4,25 cyl.	14,83	0,031	0,088
9,0		16,17	0,011	0,284
9,0		11,97	0,012	0,197
9,5	1,5 cyl.	11,01	0,026	0,075
9,75	4,75 cyl.	13,58	0,024	0,179
10,0		17,96	0,013	0,472
10,0		15,09	0,014	0,192
Durchschnittswerte:		14,37	0,018	0,212

TABELLE VI

(6 Augen)

Die Werte bei einem Myopiegrad von - 12,0 bis - 15,0 dptr.

Myopie		P_o	Rig. I	C
12,0	2,0 cyl.	13,58	0,019	0,130
13,5	1,75 cyl.	14,57	0,017	0,169
14,0		20,49	0,023	0,116
14,0		16,17	0,017	0,141
14,0		14,57	0,032	0,096
15,0	2,0 cyl.	13,10	0,026	0,074
Durchschnittswerte:		15,41	0,022	0,121

TABELLE VII

(8 Augen)

Die Werte bei einem Myopiegrad von - 16,0 bis - 25,0 dptr.

Myopie		P_o	Rig. I	C
16,0		20,49	0,020	0,170
16,0	1,75 cyl.	13,10	0,013	0,206
17,0	2,0 cyl.	9,53	0,033	0,193
17,0	2,0 cyl.	8,04	0,065	0,117
18,0		10,94	0,012	0,217
18,0		10,94	0,031	0,071
23,0		9,54	0,021	0,186
25,0		8,54	0,030	0,140
Durchschnittswerte:		11,39	0,027	0,162

TABELLE VIII

Zusammenstellung der Durchschnittswerte der Tabellen I - VII

Refraktion der Myopie	P_o	Rigidität		C
0 - 2 (17)	14,76	(0,012-0,038)	0,025	0,171
2 - 4 (21)	15,56	(0,012-0,045)	0,025	0,160
4 - 6 (8)	13,55	(0,012-0,033)	0,021	0,174
6 - 8 (6)	11,63	(0,012-0,026)	0,017	0,172
8 - 10 (7)	14,37	(0,011-0,031)	0,018	0,212
10 - 15 (6)	15,41	(0,017-0,032)	0,022	0,121
16 - 25 (8)	11,39	(0,012-0,065)	0,027	0,162
Durchschnittswerte:	14,4		0,022	0,155

TABELLE IX

(19 Augen)

Die Werte in den Altersstufen von 10 - 20 Jahren

Alter		Myopie		P_o	Rig. I	C
10 J.	r	3,5	1,0 cyl.	15,61	0,014	0,161
	l	4,5	0,75 cyl.	14,57	0,032	0,177
13 J.	r	0,75	0,75 cyl.	17,31	0,012	0,184
	l	0,75	0,75 cyl.	13,58	0,025	0,122
14 J.	r	2,0		13,58	0,028	0,080
16 J.	r	3,5		15,61	0,020	0,091
	l	4,0		17,01	0,032	0,098
16 J.	r	4,0		12,23	0,021	0,120
	l	3,5		13,59	0,026	0,196
16 J.	r	4,0		18,50	0,027	0,188
	l	4,0		17,92	0,031	0,101
19 J.	r	4,0	1,0 cyl.	15,61	0,035	0,120
	l	4,75	1,0 cyl.	14,30	0,033	0,104
19 J.	r	5,0		14,07	0,014	0,207
	l	5,0		13,10	0,015	0,122
20 J.	r	2,0	1,0 cyl.	15,61	0,032	0,141
	l	2,5	0,75 cyl.	11,77	0,030	0,093
20 J.	r	2,75	1,0 cyl.	18,52	0,033	0,129
	l	2,75	1,0 cyl.	17,31	0,031	0,160
Durchschnittswerte:				15,38	0,025	0,136

TABELLE X

(20 Augen)

Die Werte in den Altersstufen von 20 - 30 Jahren

Alter		Myopie	P_o	Rig. I	C
21 J.	r	2,75 1,0 cyl.	22,63	0,045	0,138
	l	3,0 1,0 cyl.	21,19	0,034	0,123
24 J.	r	2,0	8,77	0,018	0,186
	l	1,5	9,09	0,027	0,141
24 J.	r	3,0	22,63	0,025	0,126
25 J.	r	1,0	10,24	0,031	0,099
	l	1,5	11,10	0,031	0,126
25 J.	r	1,75 0,5 cyl.	17,90	0,032	0,232
	l	1,75	14,56	0,019	0,217
25 J.	r	6,0	11,01	0,021	0,180
	l	6,0	15,62	0,025	0,269
26 J.	r	0,5	13,58	0,027	0,191
	l	0,5	8,24	0,019	0,330
26 J.	r	8,0 1,0 cyl.	8,54	0,026	0,041
	l	9,5 1,5 cyl.	11,01	0,026	0,075
26 J.	r	8,0	14,57	0,012	0,359
	l	10,0	17,96	0,013	0,472
29 J.	r	7,0	14,56	0,013	0,155
	l	7,0	16,17	0,026	0,062
30 J.	r	5,5 1,0 cyl.	12,66	0,012	0,127
Durchschn.-werte		0,5 - 10,0 dptr.	14,10	0,024	0,182

TABELLE XI

(10 Augen)

Die Werte in den Altersstufen von 30 - 40 Jahren

Alter		Myopie	P_o	Rig. I	C
31 J.	r	2,0	21,19	0,034	0,145
	l	2,0	21,89	0,038	0,154
31 J.	r	3,50	12,19	0,032	0,236
	l	3,75	12,66	0,012	0,329
37 J.	r	15,0 2,0 cyl.	13,10	0,026	0,074
	l	12,0 2,0 cyl.	13,58	0,019	0,130
40 J.	r	3,75 1,25 cyl.	13,10	0,020	0,195
	l	5,0 0,5 cyl.	13,10	0,018	0,224
40 J.	r	18,0	10,94	0,012	0,217
	l	18,0	10,94	0,031	0,071
Durchschnittswerte:			14,27	0,024	0,177

TABELLE XII

(23 Augen)

Die Werte in den Altersstufen von 40 bis 70 Jahren

Alter		Myopie		P_o	Rig. I	C
41 J.	r	17,0	2,0 cyl.	9,53	0,033	0,193
	l	17,0	2,0 cyl.	8,04	0,065	0,117
46 J.	r	23,0		9,53	0,021	0,186
	l	25,0		8,54	0,030	0,140
50 J.	r	9,0		16,17	0,011	0,284
	l	10,0		15,09	0,014	0,192
51 J.	r	8,75	4,25 cyl.	14,83	0,031	0,088
	l	9,75	4,75 cyl.	13,58	0,024	0,179
59 J.	r	1,5		11,40	0,014	0,187
60 J.	r	6,5		8,86	0,012	0,299
	l	6,5		7,10	0,016	0,116
63 J.	r	3,0		13,58	0,012	0,247
	l	3,0		10,17	0,018	0,193
63 J.	r	9,0		11,97	0,012	0,197
	l	1,0		16,17	0,024	0,253
66 J.	r	3,0	1,5 cyl.	25,01	0,017	0,172
	l	2,0	1,0 cyl.	24,18	0,025	0,128
66 J.	r	14,0		16,17	0,017	0,141
	l	14,0		14,57	0,032	0,096
66 J.	r	14,0		20,49	0,023	0,116
	l	16,0		20,49	0,020	0,170
66 J.	r	16,0	1,75 cyl.	13,10	0,013	0,206
	l	13,5	1,75 cyl.	14,57	0,017	0,169
Durchschnittswerte				14,05	0,021	0,176

TABELLE XIII

(a - c)

Rigiditätswerte und C-Werte nach i.o. Druck geordnet

	Myopie		P_o	Rig. I	C
a	1,5		6,18	0,027	0,141
	6,5		7,10	0,016	0,116
	17,0	2,0 cyl.	8,04	0,065	0,117
	0,5		8,24	0,019	0,330
	25,0		8,54	0,030	0,140
	8,0	1,0 cyl.	8,54	0,026	0,041
	2,0		8,77	0,018	0,186
	6,5		8,86	0,012	0,299
	Durchschnittswerte:		8,03	0,023	0,171
b	23,0		9,54	0,021	0,186
	17,0	2,0 cyl.	9,54	0,033	0,193
	Durchschnittswerte:		9,54	0,027	0,189
c	3,0		10,17	0,018	0,193
	1,0		10,24	0,031	0,099
	18,0		10,94	0,031	0,071
	18,0		10,94	0,012	0,217
	Durchschnittswerte:		10,22	0,023	0,145

(d - f)

Rigiditätswerte und C-Werte nach i.o. Druck geordnet

	Myopie		P_o	Rig. I	C
d	9,5	1,5 cyl.	11,01	0,026	0,075
	6,0		11,01	0,021	0,180
	1,5		11,10	0,031	0,126
	1,5		11,40	0,014	0,187
	2,5	0,75 cyl.	11,77	0,030	0,093
	9,0		11,97	0,012	0,197
	Durchschnittswerte:		11,37	0,022	0,143
e	3,5		12,19	0,032	0,236
	4,0		12,23	0,021	0,120
	5,5	1,0 cyl.	12,66	0,012	0,127
	3,75		12,66	0,012	0,329
	Durchschnittswerte:		12,43	0,019	0,203
f	16,0	1,75 cyl.	13,10	0,013	0,206
	15,0	2,0 cyl.	13,10	0,026	0,074
	5,0	0,5 cyl.	13,10	0,018	0,210
	5,0		13,10	0,015	0,122
	3,75	1,25 cyl.	13,10	0,020	0,195
	12,0	2,0 cyl.	13,58	0,019	0,130
	9,75	4,75 cyl.	13,58	0,024	0,179
	3,0		13,58	0,012	0,247
	0,5		13,58	0,027	0,191
	3,5		13,59	0,026	0,196
	Durchschnittswerte:		13,34	0,020	0,175

(g - i)

Rigiditätswerte und C-Werte nach i.o. Druck geordnet

	Myopie		P_o	Rig. I	C
g	5,0		14,07	0,014	0,207
	4,75	1,0 cyl.	14,30	0,033	0,104
	7,0		14,56	0,013	0,155
	1,75		14,56	0,019	0,217
	14,0		14,57	0,032	0,096
	13,5	1,75 cyl.	14,57	0,017	0,169
	8,0		14,57	0,012	0,359
	4,5	0,75 cyl.	14,57	0,032	0,177
	8,75	4,25 cyl.	14,83	0,031	0,088
	Durchschnittswerte:		14,51	0,022	0,174
h	10,0		15,09	0,014	0,192
	4,0	1,0 cyl.	15,61	0,035	0,120
	3,5		15,61	0,020	0,091
	3,5	1,0 cyl.	15,61	0,014	0,161
	2,0	1,0 cyl.	15,61	0,032	0,141
	6,0		15,61	0,025	0,269
	Durchschnittswerte:		15,52	0,023	0,162
i	14,0		16,17	0,017	0,141
	9,0		16,17	0,011	0,284
	7,0		16,17	0,026	0,062
	Durchschnittswerte:		16,17	0,018	0,162

(j - k)

Rigiditätswerte und C-Werte nach i.o. Druck geordnet

	Myopie			P_o	Rig. I	C
j	4,0			17,01	0,032	0,098
	2,75	1,0	cyl.	17,31	0,031	0,160
	1,75	0,5	cyl.	17,90	0,032	0,232
	4,0			17,92	0,031	0,101
	10,0			17,96	0,013	0,472
	Durchschnittswerte:			17,62	0,028	0,212
k	16,0			20,49	0,020	0,170
	14,0			20,49	0,023	0,116
	3,0	1,0	cyl.	21,19	0,034	0,123
	2,0			21,19	0,034	0,145
	2,0			21,89	0,038	0,154
	2,75	1,0	cyl.	22,63	0,045	0,138
	3,0			22,63	0,025	0,126
	2,0	1,0	cyl.	24,18	0,025	0,125
	3,0	1,5	cyl.	25,01	0,017	0,172
	Durchschnittswerte:			22,88	0,029	0,141

TABELLE XIV

(17 Augen)

Die Differenz der Rigiditätswerte bei einem Myopiegrad von 0,5 - 2,0 dptr.

Myopie		Rig. I	Rig. II	Differenz	P_o
0,5		0,027	0,029	+ 0,002	13,58
0,5		0,019	0,028	+ 0,009	8,24
0,75		0,012	0,035	+ 0,023	17,29
0,75		0,025	0,028	+ 0,003	13,58
1,0		0,031	0,075	+ 0,044	10,24
1,0		0,024	0,032	+ 0,008	16,17
1,5		0,027	0,026	- 0,001	9,09
1,5		0,031	0,075	+ 0,044	11,10
1,5		0,014	0,024	+ 0,010	11,40
1,75		0,032	0,040	+ 0,008	17,90
1,75	0,5 cyl.	0,019	0,026	+ 0,007	14,56
2,0		0,028	0,030	+ 0,002	16,17
2,0	1,0 cyl.	0,032	0,028	- 0,004	15,61
2,0		0,018	0,016	+ 0,002	8,77
2,0		0,034	0,041	+ 0,007	21,19
2,0		0,038	0,067	+ 0,029	21,89
2,0		0,025	0,075	+ 0,050	24,18
Durchschnittswerte:		0,025	0,039	+ 0,014	14,76

TABELLE XV

(19 Augen)

Die Differenz der Rigiditätswerte bei einem Myopiegrad von 2,5 - 4,0 dptr.

Myopie		Rig. I	Rig. II	Differenz	P_o
2,5	0,75 cyl.	0,030	0,032	+ 0,002	11,77
2,75	1,0 cyl.	0,033	0,029	- 0,004	18,52
2,75	1,0 cyl.	0,031	0,040	+ 0,009	17,31
2,75	1,0 cyl.	0,045	0,042	- 0,003	22,63
3,0	1,0 cyl.	0,034	0,014	- 0,020	21,19
3,0		0,025	0,033	+ 0,008	22,63
3,0		0,012			
3,0		0,018	0,032	+ 0,014	10,17
3,0	1,5 cyl.	0,017	0,042	+ 0,025	25,01
3,5	1,0 cyl.	0,014	0,031	+ 0,017	15,61
3,5		0,020	0,032	+ 0,012	15,61
3,5		0,026	0,033	+ 0,007	13,59
3,5		0,032	0,046	+ 0,014	12,19
3,75	1,0 cyl.	0,012	0,047	+ 0,035	12,66
3,75	1,25 cyl.	0,020	0,028	+ 0,008	13,10
4,0		0,027	0,033	+ 0,006	18,50
4,0		0,031	0,034	+ 0,003	17,92
4,0		0,032	0,035	+ 0,003	17,01
4,0		0,021	0,017	- 0,004	12,23
4,0	1,0 cyl.	0,035	0,090	+ 0,055	15,60
Durchschnittswerte:		0,026	0,036	+ 0,010	15,56

TABELLE XVI

(8 Augen)

Die Differenz der Rigiditätswerte bei einem Myopiegrad von 4,5 - 6,0 dptr.

Myopie		Rig. I	Rig. II	Differenz	P_o
4,5	0,75 cyl.	0,032	0,029	- 0,003	14,57
4,75	1,0 cyl.	0,033	0,037	+ 0,004	14,30
5,0		0,014	0,019	+ 0,005	14,07
5,0		0,015	0,051	+ 0,036	13,10
5,0	0,5 cyl.	0,018	0,028	+ 0,010	13,10
5,5	1,0 cyl.	0,012	0,038	+ 0,026	12,66
6,0		0,021	0,028	+ 0,007	11,01
6,0		0,025	0,030	+ 0,005	15,62
Durchschnittswerte:		0,021	0,032	+ 0,011	13,55

TABELLE XVII

(6 Augen)

Die Differenz der Rigiditätswerte bei einem Myopiegrad von 6,5 - 8,0 dptr.

Myopie		Rig. I	Rig. II	Differenz	P_o
6,5		0,012	0,016	+ 0,004	8,86
6,5		0,016	0,018	+ 0,002	7,10
7,0		0,013	0,027	+ 0,014	14,56
7,0		0,026	0,028	+ 0,002	16,17
8,0	1,0 cyl.	0,026	0,050	+ 0,024	8,54
8,0		0,012	0,025	+ 0,013	14,57
Durchschnittswerte:		0,017	0,027	+ 0,010	11,63

TABELLE XVIII

(7 Augen)

Die Differenz der Rigiditätswerte bei einem Myopiegrad von 8,5 - 10,0 dptr.

Myopie		Rig. I	Rig. II	Differenz	P_o
8,75	4,25 cyl.	0,031	0,047	+ 0,016	14,83
9,0		0,011	0,026	+ 0,015	16,17
9,0		0,012	0,027	+ 0,015	11,97
9,5	1,5 cyl.	0,026	0,031	+ 0,005	11,01
9,75	4,75 cyl.	0,024	0,028	+ 0,004	13,58
10,0		0,013	0,033	+ 0,020	17,96
10,0		0,014	0,026	+ 0,012	15,09
Durchschnittswerte:		0,018	0,031	+ 0,013	14,37

TABELLE XIX

(6 Augen)

Die Differenz der Rigiditätswerte bei einem Myopiegrad von 12,0 - 15,0 dptr.

Myopie		Rig. I	Rig. II	Differenz	P_o
12,0	2,0 cyl.	0,019	0,037	+ 0,018	13,58
13,5	1,75 cyl.	0,017	0,023	+ 0,014	14,57
14,0		0,023	0,050	+ 0,027	20,49
14,0		0,017	0,025	+ 0,008	16,17
14,0		0,032	0,019	- 0,013	14,57
15,0	2,0 cyl.	0,026	0,030	+ 0,004	13,10
Durchschnittswerte:		0,022	0,030	+ 0,008	15,41

TABELLE XX

(8 Augen)

Die Differenz der Rigiditätswerte bei einem Myopiegrad von 16,0 - 25,0 dptr.

Myopie		Rig. I	Rig. II	Differenz	P_o
16,0		0,020	0,048	+ 0,028	20,49
16,0	1,75 cyl.	0,013	0,028	+ 0,015	13,10
17,0	2,0 cyl.	0,033	0,085	+ 0,052	9,53
17,0	2,0 cyl.	0,065	0,072	+ 0,007	8,04
18,0		0,012	0,026	+ 0,014	10,94
18,0		0,031	0,045	+ 0,014	10,94
23,0		0,021	0,023	+ 0,002	9,53
25,0		0,030	0,017	- 0,013	8,54
Durchschnittswerte:		0,027	0,043	+ 0,016	11,39

c) DISKUSSION

Bei den untersuchten gesunden myopen Augen ergab die Messung des i.o. Druckes sehr unterschiedliche Werte (Tab. I, Abb.I). Die Aufteilung nach Myopiegraden ergab keine deutliche Relation der Druckwerte mit Zunahme der Myopie; die aufgestellte Kurve zeigt starke Schwankungen. Auffallend ist lediglich, daß die Druckwerte bei den mittleren Myopiegraden von -6,0 bis -8,0 dptr. im Vergleich zu den kleineren und größeren Graden relativ gering sind. Bei den stärksten Myopiegraden (8 Fälle von Myopie von -16,0 bis -25,0 dptr.) fand sich wieder eine wesentliche Erniedrigung des i.o. Druckes auf 11,39 mm Hg.

Für sämtliche untersuchte Augen ergab sich ein Mittelwert von 14,4 mm Hg, der etwas unter dem für normale Augen angegebenen Mittelwert liegt. Für die verschiedenen Altersstufen (Tab. IX - XII) lagen die Mittelwerte ungefähr auf gleichem Niveau; allerdings war in der Gruppe der 10 - 20-jährigen der Mittelwert mit 15,38 mm Hg höher als in den übrigen. Dieser Wert liegt jedoch auch noch unter dem von Weekers, Lavergne, Prijot für myope Augen angegebenen normalen Druck von 17 - 19 mm Hg.

Es ergibt sich also aus unseren Untersuchungen in Übereinstimmung mit Haden, Müller 1932, Glees 1952, Suda et al. 1953, Kageyama 1956, daß das Lebensalter keinen Einfluß auf die Tension hat.

Der bei den Untersuchungen ermittelte Durchschnittswert für die Rigidität lag zwischen 0,022 und 0,023 und damit innerhalb der Grenzen, die für normale Augen angegeben wurden (Friedenwald 0,021, Lavergne et al. 0,024). Die Feststellung von Goldmann et al., daß bei Myopie die Rigidität oft erniedrigt ist, kann durch die vorliegenden Untersuchungen also nicht bestätigt werden. Die gefundenen Rigiditätswerte waren zwar nicht einheitlich, lagen jedoch in der Mehrzahl hoch, einzelne sogar sehr hoch.

Bei den verschiedenen Graden von Myopie ergaben sich erhebliche Abweichungen von dem Durchschnittswert (Tab. I - VII, Abb. II.). Dabei lagen die Rigiditätswerte bei einer Myopie von -6,0 bis -10,0 dptr. weit unter dem Durchschnitt, die Werte bei einer Myopie von -2,0 bis -4,0 dptr., sowie bei einer Myopie über -16,0 dptr. weit darüber. Von Lavergne, Weekers und Prijot wurde bei gesunden myopen Augen in teilweiser Übereinstimmung gefunden, daß die Rigidität bei Myopie über -5,0 dptr. erniedrigt ist. Bei Myopie unter -5,0 dptr. wurde dagegen eine normale Rigidität festgestellt, während die vorliegenden Untersuchungen für diese Myopiegrade eine erhöhte Rigidität ergaben (0,025).

Der festgestellte Anstieg der Rigidität bei Myopie über -16,0 dptr. (Tab. VII) kann nicht als exaktes statistisches Ergebnis angesehen werden, weil lediglich bei

vier von acht untersuchten Augen in dieser Gruppe überhaupt eine Erhöhung der Rigidität vorhanden war.

Auffallend war, daß in dieser Myopiegruppe die Rigidität am größten war, obwohl der i.o. Druck hier - wie oben ausgeführt - am niedrigsten war. Dagegen entspricht der Rigiditätsabfall bei den mittleren Myopiegraden etwa dem Abfall des i.o. Druckes in diesem Bereich der Myopie.

In Abb. III. ist die Relation zwischen Rigidität und i.o. Druck dargestellt. Hieraus ist keine direkte Abhängigkeit der Rigidität vom i.o. Druck ersichtlich. Die Rigiditätskurve beginnt mit etwas erhöhten Werten bei niedrigem i.o. Druck, fällt dann mit steigendem Druck unter den Durchschnittswert ab und steigt dann wieder relativ steil an. Dieses Ansteigen liegt im Bereich des für normale Augen mittleren Druckes und der bei den Untersuchungen gemessenen höchsten Druckwerte.

Bei der Aufschlüsselung nach Altersstufen ergab sich ein Abfall der Rigidität mit zunehmendem Alter (Abb. VIa). Unter 40 Jahren lagen die durchschnittlichen Rigiditätswerte in allen Gruppen über dem normalen, und ebenfalls über dem in den vorliegenden Untersuchungen festgestellten Mittelwert. Erst in der Altersgruppe über 40 Jahren war die Rigidität erniedrigt, wenn auch noch an der unteren Grenze des Mittelwertes.

Bei den vorliegenden Untersuchungen konnte auch festgestellt werden, daß bei myopen Augen der C-Wert erheblichen Schwankungen unterlag (Abb. IV). Der gefundene Durchschnittswert für gesunde myope Augen war C = 0,155 mm^3/Min./mm Hg. Er lag unter dem Durchschnittswert für normale Augen (nach Merté: C = 0,20 mm^3/Min./mm Hg). Wie aus Abbildung IV ersichtlich ist, besteht keinerlei Relation zwischen dem Grad der Myopie und dem C-Wert.

Setzt man die gefundenen C-Werte bei gesunden myopen Augen in Beziehung zum Alter der untersuchten Personen, so läßt sich hier eine gewisse Abhängigkeit feststellen (Abb. VIb). Am auffälligsten ist der sehr niedrige C-Wert in der Altersgruppe von 10 - 20 Jahren. Hier beträgt er nur bis zu 0,136 mm^3/Min./mm Hg. Mit zunehmendem Alter steigt der Wert von C deutlich über den bei den vorliegenden Untersuchungen gefundenen Mittelwert. Man findet einen besonders steilen Anstieg von C bei Personen im Alter von 20 - 30 Jahren (C = 0,176 mm^3/Min./mm Hg), während bei den Altersgruppen über 30 Jahren der C-Wert fast konstant bleibt (c = 0,166 mm^3/Min./mm Hg).

Aus Abb. V erkennt man, daß bei den von uns untersuchten myopen Augen zwischen C und dem intraokularen Druck keine Abhängigkeit besteht.

Die gefundenen Rigiditätswerte vor und nach der Tonographie für Myopiegrade von -0,5 bis -25,0 dptr. wurden in Abb. VII zueinander in Beziehung gebracht. Es ist aus dieser Kurve deutlich ersichtlich, daß sich die Rigidität des gesunden myopen Auges während der Tonographie ändert. Stepanik (1957) hingegen fand, daß die Tonographie keinerlei Änderung der Rigidität hervorruft; allerdings untersuchte er nicht speziell myope Augen.

Von 72 untersuchten gesunden myopen Augen zeigten 63 nach der Tonographie eine Zunahme des Rigiditäts-Wertes, die bei den übrigen 9 nicht nachgewiesen werden konnte. Das läßt sich vielleicht darauf zurückführen, daß diese 9 Augen eine sehr hohe Ausgangs-Rigidität hatten.

Die Rigiditätsdifferenz aller hier untersuchten Augen liegt um einen Mittelwert von 0,012. Aus Abb. VII ist ersichtlich, daß die Rigiditätszunahme nicht vom Grade der Myopie abhängig ist.

III ZUSAMMENFASSUNG

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, daß für gesunde myope Augen der durchschnittliche i.o. Druck mit 14,4 mm Hg etwas niedriger war als für normale Augen, wobei anscheinend Myopiegrad und Alter keinen wesentlichen Einfluß haben. Der gefundene durchschnittliche Rigiditätswert entsprach mit 0,022 - 0,023 dem für normale Augen angegebenen Wert, wobei jedoch bei den mittleren Myopiegraden zwischen -6,0 bis -10,0 dptr. die Rigidität wesentlich erniedrigt war. Mit zunehmendem Alter ergab sich ein deutlicher Abfall der Rigidität. Die Messungen des Kammerwasserabflußvermögens zeigten einen durchschnittlichen C-Wert von 0,155 mm^3/Min./mm Hg, der unter dem Mittelwert für normale Augen lag (0,20). Hierbei kamen nur in einzelnen Fällen Ausnahmen vor. Interessant war vor allem die Rigiditätsänderung während der Tonographie. Bei sämtlichen Myopiegraden konnte eine Rigiditätszunahme von fast gleicher Größenordnung nach der Tonographie festgestellt werden. Die Zunahme betrug durchschnittlich 0,012. Da eine Abhängigkeit der Rigiditätsänderung vom Grade der Myopie in keiner Weise gegeben war, ist demnach anzunehmen, daß die Tonographie in jedem Fall eine Änderung der Rigidität bewirkt.

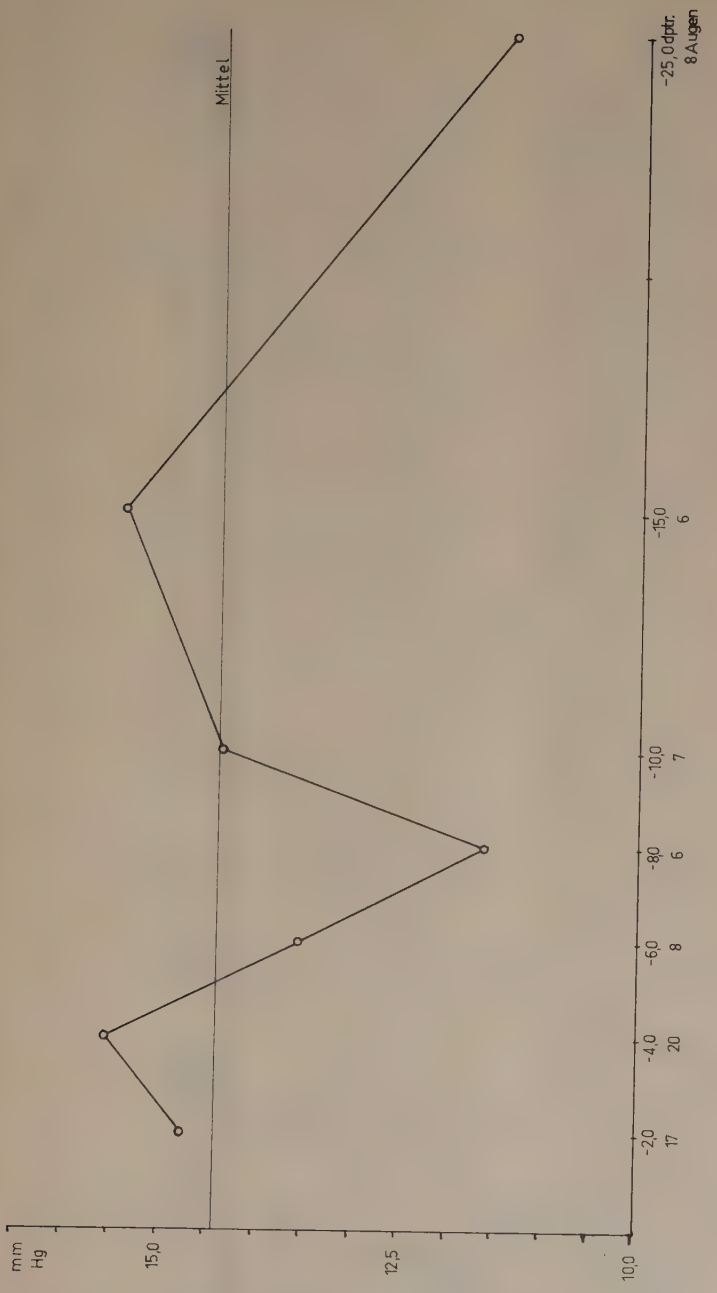

Abb.1. Beziehung zwischen Myopie und i.o. Druck

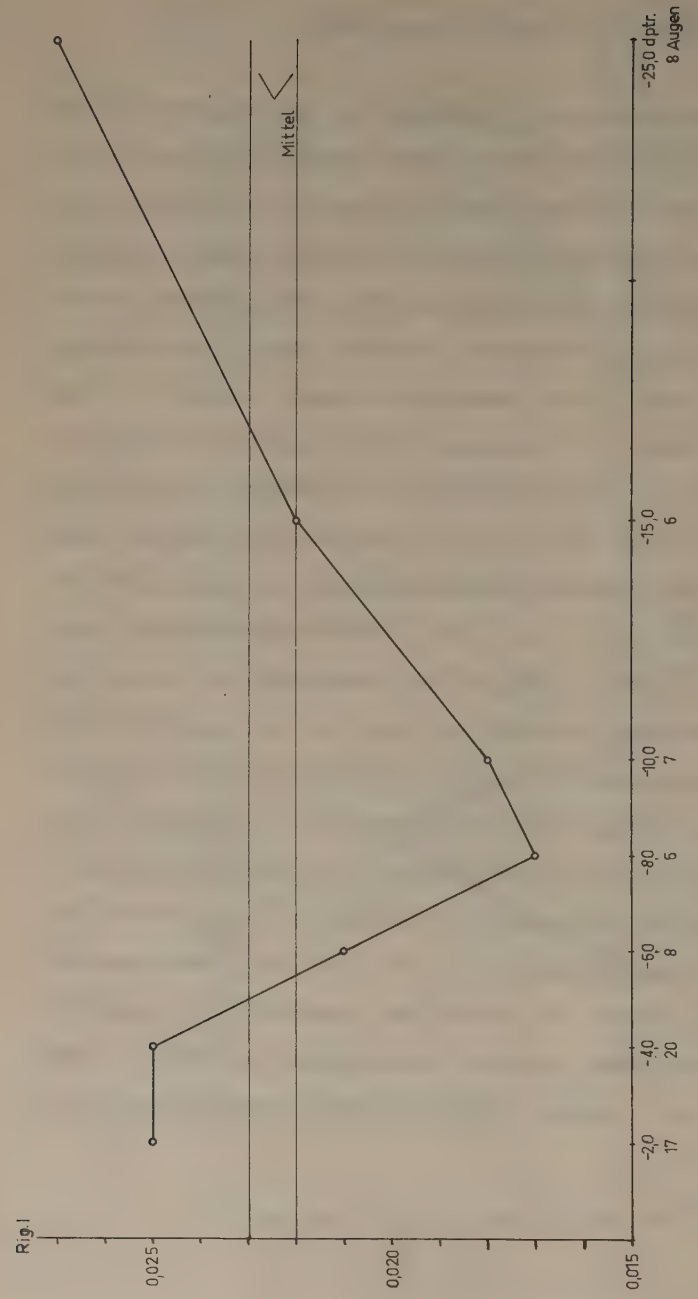

Abb. II. Beziehung zwischen Myopie und Rigidität

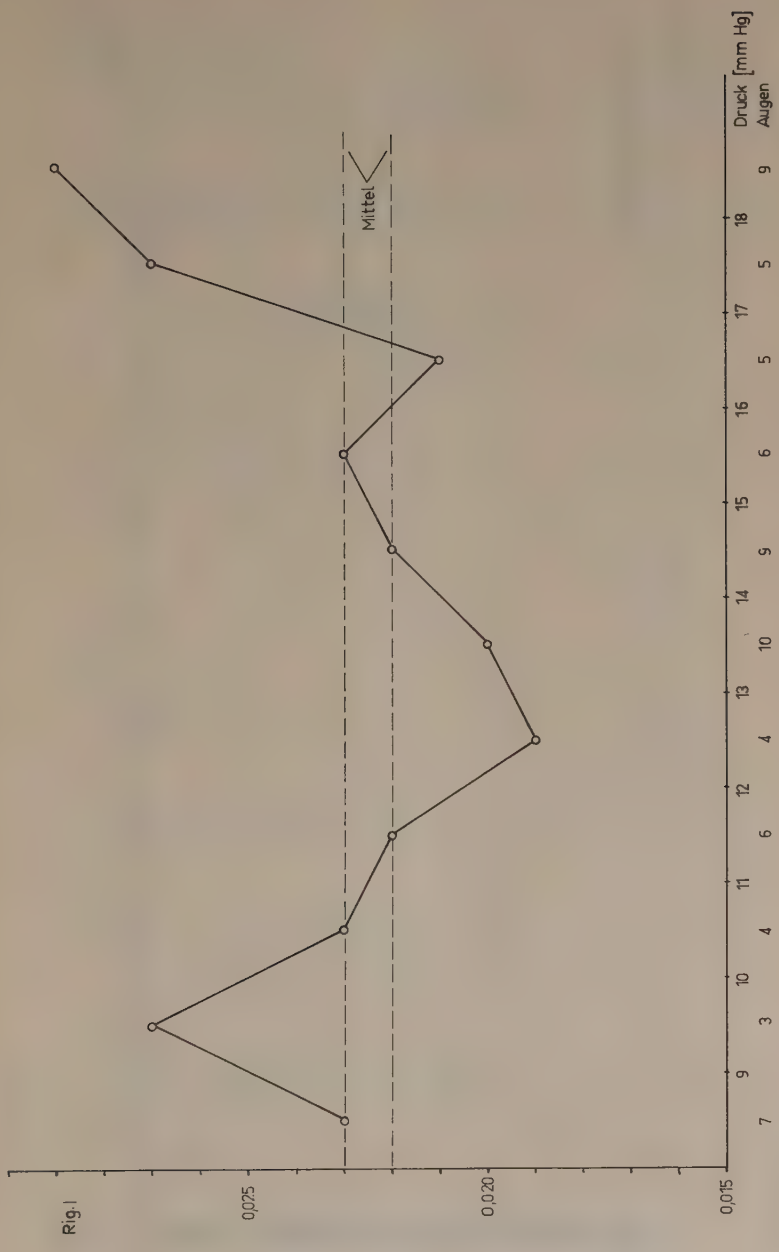

Abb. III. Beziehung zwischen i.o. Druck und Rigidität

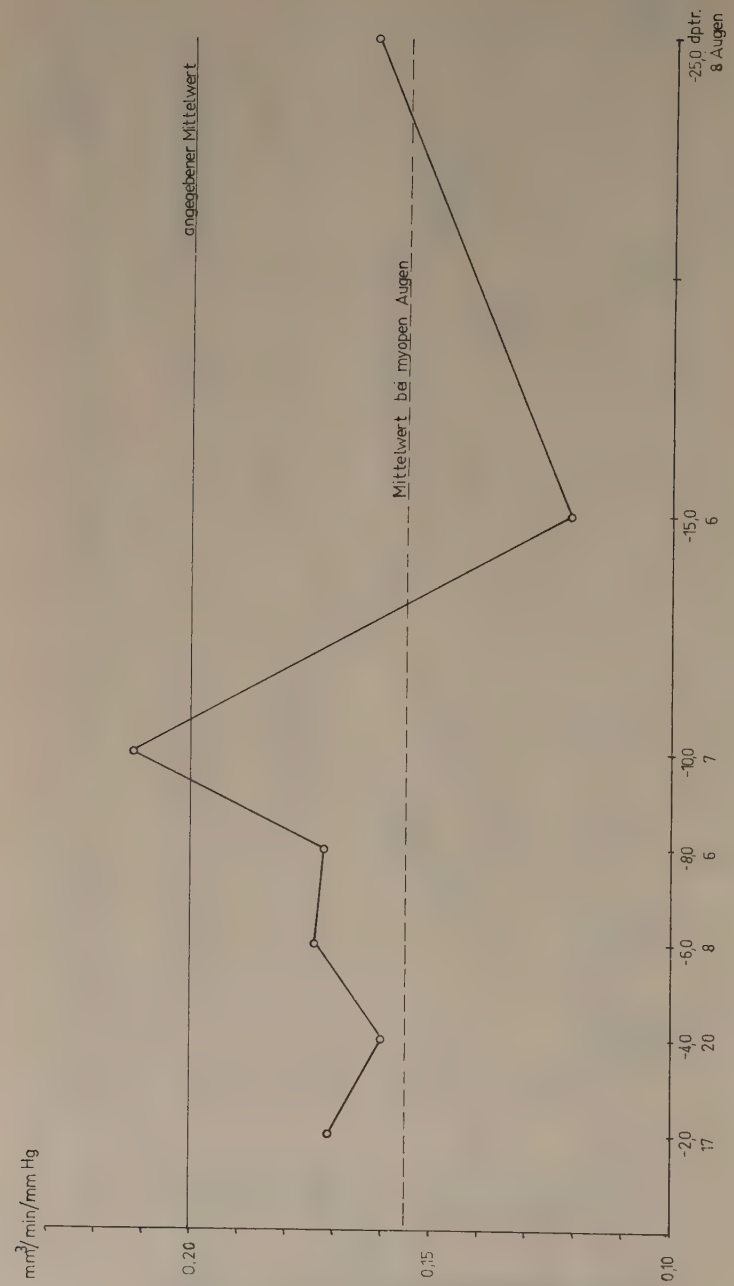

Abb. IV. Beziehung zwischen Myopie und Abflußvermögen

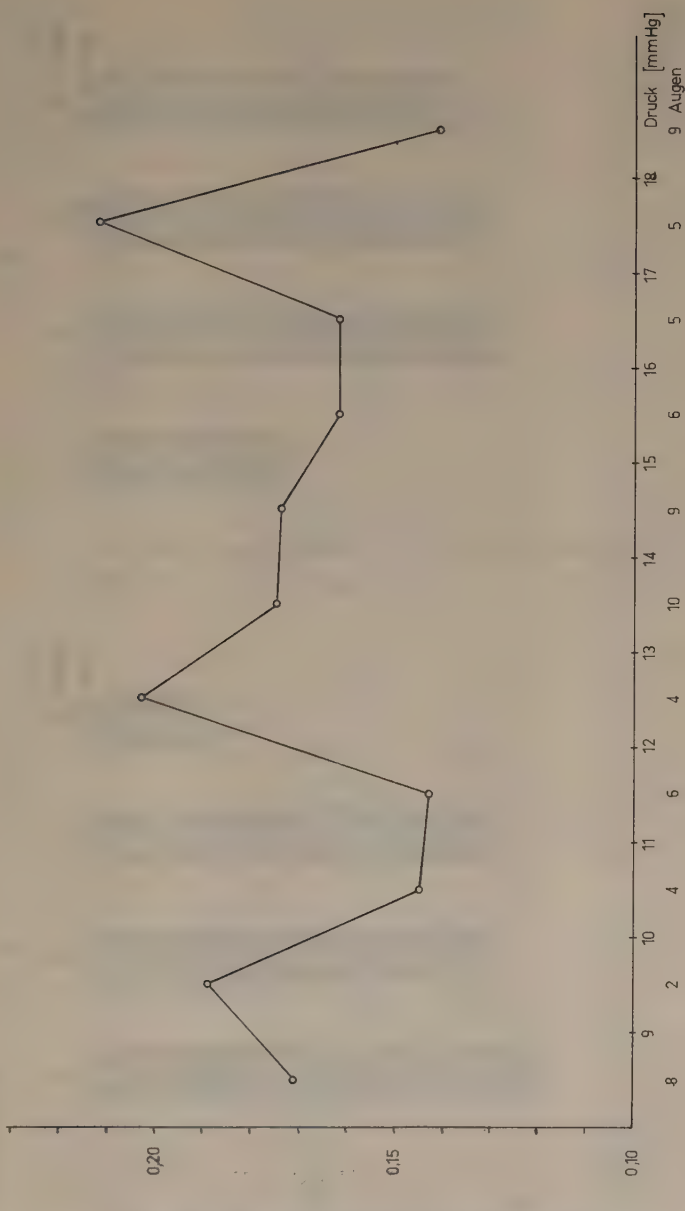

Abb. V. Beziehung zwischen i.o. Druck und Abflußvermögen

Abb. VIa. Beziehung zwischen Alter und Rig I

Abb VI b. " " " " Abflußvermögen

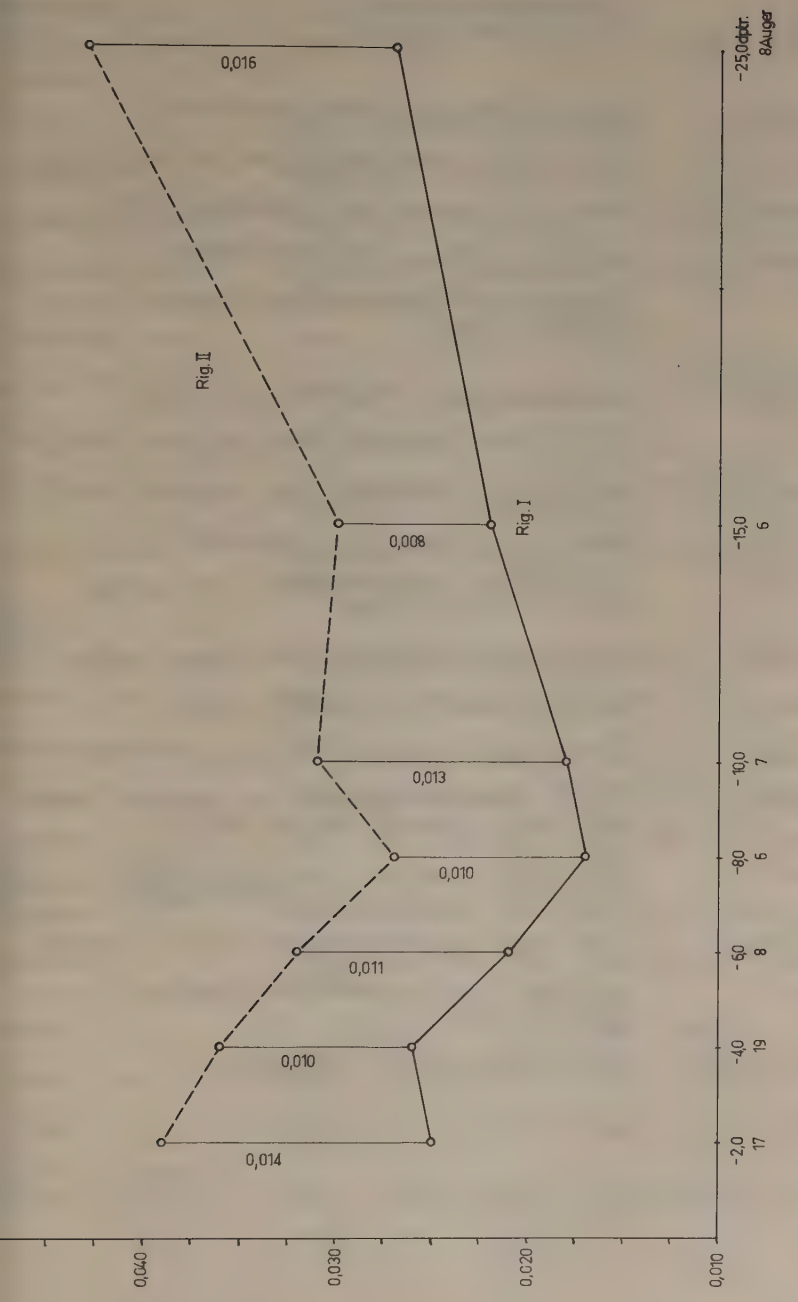

Abb. VII. Beziehung zwischen Rig. I und Rig. II

LITERATURVERZEICHNIS

Clark, J.H.: Amer. J. Physiol. 101: 474 (1932)

Draeger, : Klin. Mbl. Augenklinik 134: 282/83 (1959)

Friedenwald, J.S.: Amer. J. Ophthal. 20: 985-1024 (1937)

Friedenwald, J.S.: Amer. J. Ophthal. 31: 935 (1948)

Glees, M.: Albrecht von Graefes Arch. Ophthal. 153: 356-358 (1952)

Goldmann, H. und Schmidt, T.: Ophthalmologica 133: 330-336 (1957)

Grant, W.M.: A.M.A. Arch. Ophthal. 44: 204-214 (1950)

Grant, W.M.: A.M.A. Arch. Ophthal. 46: 113-131 (1951)

Grant, W.M.: Amer. J. Ophthal. 34: 1603-1605 (1951)

Grant, W.M.: Trans. Amer. Acad. Ophthal. Otolaryng. 56: 774 - 781 (1951)

Grant, W.M.: A.M.A. Arch. Ophthal. 54: 245/48 (1955)

Grant, W.M.: N.Y.St.J.Med. 56: 193-195 (1956)

Haden, H.C.: A.M.A. Arch. Ophthal. 4: 326-331 (1930)

Kageyama, M.: J.Clin.Ophthal. (Tokyo) 10: 228-234 (1956; ref. Zbl. Ophthal. 70: 33 (1957).

Kiritoshi, Y.: Acta. Soc. Ophthal. Jap. 59: 1719-1737 (1955) ref. Ophthal. Lit. 9: 2339 (1955)

Kleinert, H.: Klin. Mbl. Augenklinik 122: 51-63 (1953)

Koster, W.: Albrecht von Graefes Arch. Ophthal. 41: 113-158 (1895)

Kronfeld, P.C.: Arch. Ophthal. 48: 393 (1952)

Lavergne, G.: Prijot, E. und Weekers, R.	Arch. Ophthal. (Paris) 17: 256-270 (1957)
Lavergne, G.:	Bull, Soc. belge. Ophthal. 116: 298-305 (1957)
Leydhecker, W.:	Klin. Mbl. Augenheilk. 130: 587-600 (1957)
Leydhecker, W.:	Klin. Mbl. Augenheilk. 129: 61-67 (1956)
Leydhecker, W.:	Glaukomen, A.Symposium, Blackwell Oxford: 205-225 (1955)
MacDonald, R.K.:	Amer, J. Ophthal. 40: 418-419 (1955)
Merté, H.J.:	Klin. Mbl. Augenklinik 129: 471-475 (1956)
Merté, H.J.:	Ophthalmologica 133: 134-139
Merté, H.J.:	Augenheilkunde in Klinik und Praxis; Grundlagen der Tonographie, Sonderdruck (1958)
Merté, H.J.:	Glaukom - Almanach für die Augenheilk. (München): 117 (1960)
Moses, R.A. und Bruno, M.:	Amer. J. Ophthal. 33: 389-397 (1950)
Moses, R.A.:	Docum. Ophthal. 4: 335-362 (1950)
Mourice, D.M.:	Brit. J. Ophthal. 42: 321-335 (1958)
Müller, H.K.:	Arch. Augenklinik 105: 504-515 (1932).
Nordmann, J.:	Bull. Soc. Ophthal. Fr.: 306-312 (1955)
Perkins, E.S. und Gloster, G.:	Brit.J.Ophthal. 41: 93-102, 475-486 (1957)
Posner, A.:	Eye, Ear, Nose, Thr. Monthly 29: 321/22 (1950)
Posner, A.:	J. Ophthal. Lit. 4: 1136 (1950)
Ridley, F.:	Brit. J. Exp. Path. 11: 217 (1930)
Roemer, P.:	Ber. Dtsch. Ophthalm. Ges. 41: 62 (1918)
Roetth, A. und Knighton, W.S.:	A.M.A. Arch. Ophthal. 48: 148-153 (1952)

Schiøtz, H.:	Acta Ophthal. (Kopenhagen) Bd.2: 1 (1924)
Schmidt, Th.:	Klin. Mbl. Augenklinik 129: 196-202 (1956)
Schulter, M.W.V.:	Albrecht von Graefes Arch. Ophthal. 30: 1-76, (1884)
Spencer, R.W.; Helmick, E.D. und Scheie, H.G.:	A.M.A. Arch. Ophthal. 54: 515 (1955)
Stepanik, J. und Böck, J.:	Albrecht von Graefes Arch. Ophthal. 160: 564-572 (1952)
Stepanik, J.:	Klin. Mbl. Augenklinik 130: 585-587 (1957)
Suda, K. und Kiritoshi, Y.:	Acta Soc. Ophthal. Jap. 57: 886-892 (1953); ref. Ophthal. Lit. 7: 1947 (1953)
Thomassen, T.L.:	Acta Ophthal. (Kopenhagen) 26: 305-311 (1948)
Weekers, R.:	Ann. Oculist. (Paris) 192: 509-513
Weekers, R.: Watillom, M. und Rudder, M. de:	Ann. Oculist. (Paris) 188: 920-926 (1955)

Lebenslauf

Ich bin Inderin und wurde am 7. September 1933 in Manila als viertes Kind meines Vaters B.H. Nathani und meiner Mutter Sati Nathani geboren. Ich habe insgesamt 6 Geschwister. Mein Vater war Kaufmann in Bombay, musste sich aber aus gesundheitlichen Rücksichten zur Ruhe setzen.

Mit fünf Jahren kam ich in Bombay zur Schule und legte im März 1951 mein "Secondary School Certificate Exam" ab. Daraufhin wurde ich Studentin der Universität Bombay und erwarb nach vierjährigem Studium den Grad eines "Bachelor of Science".

Im November 1956 kam ich nach Bonn, um Medizin zu studieren. Dort bestand ich im Oktober 1958 das Physikum und wechselte dann an die Universität München über, wo ich im März 1962 das Staatsexamen ablegte.